

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA PULPA DE MANGO CONSERVADA POR MÉTODOS COMBINADOS

(EVALUATION OF THE CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF MANGO PULP PRESERVED BY COMBINED METHODS)

William Zambrano-Herrera

Doctorando en Ingeniería Agroindustrial. Ingeniero y MSc. en Ingeniería Agroindustrial. Profesor Asociado UNELLEZ-VIPI. Instituto de Creación Intelectual para la Agroindustria Sustentable (IAS-UNELLEZ). willzamb@gmail.com

Carmelina Lanza

PhD. Ambiente y Desarrollo. Docente Asociado UNELLEZ. Miembro del Grupo de Creación Intelectual "Gestión Ambiental para la Industria UNELLEZ VIPI.
E-mail: carmelinalanza38@gmail.com

Juan Fernández

Ph.D. Biological Systems Engineering-WSU. Profesor Titular (J) UNELLEZ.
jjflearnturbo@gmail.com

Recibido: 15/10/2022 Aprobado: 20/12/2022

Correo Envío: willzamb@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la estabilidad química y microbiológica de la pulpa de mango almacenada a temperatura ambiente a través de métodos combinados. Para ello, se seleccionaron cuatro tratamientos optimizados y se estandarizaron empleando conservantes químicos (sorbato de potasio y bisulfito de sodio), un acidulante (ácido tartárico) y un edulcorante (azúcar invertido). La estabilidad de la pulpa fue determinada por los indicadores: Acidez titulable total (ATT), potencial de hidrógeno (pH), potencial óxido-reducción (POR), sólidos solubles totales (SS), recuento de aerobios totales, flora fúngica y enterobacterias, los cuales se determinaron cada 21 días por un lapso de 3 meses. Los resultados indicaron que la ATT y el pH tuvieron comportamientos inversos, con ligeras variaciones en todos los tratamientos durante todo el periodo, pero este último se mantuvo por debajo de 3,5, considerado seguro para inhibir el crecimiento de la mayoría de los microorganismos (MO). En cuanto al conteo microbiológico, hubo un incremento poco significativo en las muestras examinadas, permaneciendo siempre por debajo 5×10^3 UFC/g establecido en la norma de referencia, concluyendo así que los métodos combinados aplicados fueron suficientes para mantener estables las principales características químicas y microbiológicas de la pulpa de mango durante el tiempo estudiado.

Palabras clave: Métodos combinados, estabilidad, microorganismos, pulpa de mango

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the chemical and microbiological stability of mango pulp stored at room temperature through combined methods. For this, four optimized treatments were selected and standardized using chemical preservatives (potassium sorbate and sodium bisulfite), an acidulant (tartaric acid) and a sweetener (invert sugar). The stability of the pulp was determined by the indicators: total titratable acidity (TTA), hydrogen potential (pH), oxidation-reduction potential (ORP),

total soluble solids (SS), total aerobic, fungal flora and enterobacteria count, which were determined every 21 days for a period of 3 months. The results indicated that ATT and pH had inverse behavior, with slight variations in all treatments throughout the period, but the latter remained below 3.5, considered safe to inhibit the growth of most microorganisms (MO). Regarding the microbiological count, there was an insignificant increase in the samples examined, always remaining below 5×10^3 CFU/g established in the reference standard, thus concluding that the combined methods applied were sufficient to keep stable the main chemical and microbiological characteristics of mango pulp during the time studied.

Keywords: Combined methods, stability, microorganisms, mango pulp

INTRODUCCIÓN

Las pulpas son el producto obtenido la porción carnosa y comestible de las frutas (COVENIN-977, 1983). El proceso de obtención pasa generalmente por la maceración, trituración o desmenuzado y el tamizado o no de la parte comestible de las frutas frescas, sanas, maduras y limpias. Sin embargo, FAO (2004), indica que las pulpas, al provenir de frutas y hortalizas con un alto contenido de agua en su composición química, resultan en productos altamente perecederos.

Por lo tanto, es común que las pulpas sean sometidas a diversos tratamientos bien sea para conservarlas por un mayor período de tiempo, o convertirlas rápidamente en otros productos con mayor vida útil. Esto cobra importancia en el caso de frutos estacionales, como el mango (*Mangifera indica* L.), cuya pulpa no puede ser almacenada durante mucho tiempo, debido a su naturaleza perecedera (Mir, Riaz, Ullah, Hussain y Ullah, 2019). En tal sentido, los métodos de preservación abarcan desde métodos por frío (refrigeración y congelación), sustancias químicas, presión osmótica-actividad

de agua, deshidratación, fermentación, envasado con oxígeno reducido y los métodos de barreras o tecnologías de obstáculos (Torrealba, 2020).

En este orden de ideas, los tratamientos térmicos implican la aplicación de calor, cuestión que es muy sensible en el caso de las frutas, pues puede verse comprometidos atributos como el color, degradación térmica de vitaminas y otros compuestos bioactivos como flavonoides. Por su parte, el uso de bajas temperaturas no está exenta de riesgos de deterioro, pues también existen daños por frío, sobre todo cuando se usa temperaturas de congelación.

Aunado a esto, se presenta la problemática de invertir en generación eléctrica para asegurar la cadena de frío para la conservación de pulpas por bajas temperaturas, situación que se manifiesta sobremanera en Venezuela, donde el servicio eléctrico en los últimos años ha tenido complicaciones debido a las constantes interrupciones del servicio. Tal situación no es mejor en otros países, donde las tarifas del servicio son costosas, lo que representa en uno

o en otro caso, grandes inversiones para implementar este sistema de conservación

Como resultado de toda esta problemática, la presente investigación se enfocó en evaluar la estabilidad química y microbiológica de la pulpa de mango a temperatura ambiente, empleando los llamados métodos combinados (también conocidos como «tecnologías de barreras u obstáculos»), en los cuales no requiere el uso de equipos, materiales y procedimientos sofisticados y son relativamente simples comparados con las tecnologías tradicionales.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Antecedentes de la investigación

La estabilidad de las pulpas de frutas por métodos combinados encuentra antecedentes en varias investigaciones sobre todo a nivel internacional. Putnik, Pavlić., Šojić, Zavadlav, Žuntar, Kao, Kitonić, y Bursać (2020), explican que, para conservar los alimentos mediante la tecnología de obstáculos, es necesario crear un entorno hostil para los microorganismos. Esto puede causar su muerte o ralentizar su crecimiento, dependiendo en gran medida de cómo reaccionan los microorganismos al tratamiento. Por esta razón, Mir *et. al.*, 2019 realizaron una investigación para preservar la calidad de rodajas de mango inmersas en solución azucarada añadiendo diferentes conservantes químicos (Metabisulfito

de potasio, sorbato de potasio y benzoato de sodio).

De igual manera, Arampath y Dekker (2019) evaluaron los efectos de la extracción de pulpa, el tratamiento térmico y el almacenamiento a granel de mango (*Mangifera indica* L.) y piña (*Ananas comosus* L.) durante 20 semanas a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) y fría (4 °C) sobre los fitoquímicos bioactivos e investigaron la actividad antioxidante. Por su parte, Ahmed (2017) estudió el efecto de los tratamientos con metabisulfito de potasio (6%) y sorbato de potasio (350 ppm) sobre la calidad nutricional de rodajas de mango secas deshidratadas osmóticamente, escaldadas por infrarrojos y microondas (cultivares locales “Chaunsa” y “Fajri”) almacenados durante un período de 6 meses en condiciones ambientales.

De igual manera, Singh, Rakha, Kumar y Singh (2017) estudiaron los parámetros de calidad de la pulpa de mango almacenada en varios contenedores a diferentes temperaturas. Para ello, trataron la pulpa de mango con 1000 ppm de SO₂ y la almacenaron durante un año en un barril de madera, al cabo de ese período de tiempo no observaron ningún tipo de deterioro de la calidad.

Bases Teóricas

Factores de control de la actividad microbiana

La Figura 1 muestra los diferentes factores que se pueden considerar y controlar para mantener

la estabilidad química y microbiológica de un alimento. En ella se puede evidenciar la confluencia o combinación de varios factores: la actividad de agua, la acidez iónica o potencial de hidrógeno (pH), el potencial óxido-reducción (POR), la acidez titulable total (ATT) y el uso de agentes antimicrobianos.

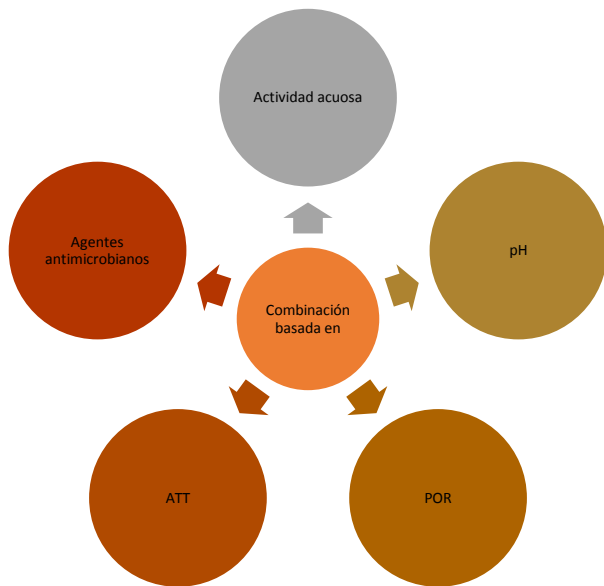


Figura 1.- Factores usuales que intervienen en un proceso combinado de conservación

Fuente: Autor (2022)

La actividad de agua

En primer lugar, la actividad de agua (*Activity water, a_w*) o actividad acuosa es un parámetro que hace referencia a la cantidad de agua libre presente en un alimento, que permite el crecimiento microbiano y diversas reacciones químicas y enzimáticas, resultando un factor intrínseco importante para predecir la vida útil de los alimentos (Demodaran, Parkin, y Fennema, 2010). Los alimentos son considerados como un sistema donde

convergen diferentes biomoléculas: azúcares, proteínas, lípidos, enzimas, además del contenido característico de humedad. Los microorganismos necesitan la presencia de agua, en una forma disponible, para crecer y llevar a cabo sus funciones metabólicas y la obtienen a través del intercambio natural a través de la membrana celular (Badui, 2006).

El potencial de hidrógeno y la acidez

Siguiendo este orden de ideas, las células microbianas también carecen de la capacidad de ajustar su potencial de Hidrógeno (pH) interno, por lo tanto, se ven afectadas por cambios en este parámetro, por lo que podrían crecer mejor a pH's cercanos a la neutralidad. Las bacterias exhiben un rango de pH estrecho, sin embargo, las levaduras y mohos son más tolerantes a los ácidos que las bacterias. En este sentido, si se utilizan ácidos orgánicos débiles (por ejemplo, ácidos sorbico, propiónico y/o benzoico) como conservadores, la acidez debe ser lo suficientemente alta para asegurar que una gran proporción del ácido esté en forma no disociada (Demodaran, ob cit).

El potencial óxido-reducción.

El tipo de crecimiento microbiano depende del poder de oxidación y reducción del sustrato. De acuerdo a Prévost y Brillet-Viel (2014), el potencial de oxido-reducción o redox (E'_0) describe las diferencias en unidades eléctricas medidas en milivoltios (mV) o voltios (V) generadas por

un sistema en el que una sustancia se oxida y una segunda sustancia se reduce. En los sistemas biológicos, la oxidación-reducción de sustancias es el principio básico de la generación de energía.

Agentes antimicrobianos

Los conservantes son sustancias que prolongan la vida útil de los alimentos, ya que impiden o retardan la alteración de los mismos provocada por microorganismos, como bacterias, hongos y levaduras (Rembado y Sceni, 2009).

METODOLOGÍA

Unidad de análisis: Está constituida por la pulpa de mango proveniente de mangos maduros previamente escaldados (blanching) y despulpados, a la cual se le aplicó diferentes dosis de: Conservantes (C), acidulantes (A) y edulcorante (E).

Tipo de investigación: La investigación es de tipo comprobación de hipótesis causales o experimental, esto de acuerdo con lo señalado por Balestrini (2006) que describe los diseños experimentales como “aquellos a través de los cuales se manipulan las variables independientes (supuestas causas), en una situación controlada por el experimentador, a fin de detectar sus efectos sobre las variables dependientes (supuestos efectos) y determinar relaciones causales.

Población y muestra: La población de la investigación consiste en pulpa de mango cv bocado de una producción determinada del

Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (LITA) de la UNELLEZ, ubicada en la parroquia San Carlos de Austria del Municipio Ezequiel Zamora del Estado Cojedes. Las muestras consideradas para la investigación fueron 100 gramos de pulpa de mango, tomada al azar en representación de la población que compone el proceso de despulpado del LITA.

Diseño de los tratamientos: Para evaluar la estabilidad de la pulpa, se utilizaron los cuatro mejores tratamientos de optimización operativa multirrespuesta de la pulpa de mango evaluada previamente mediante un Diseño compuesto central (Datos no mostrados). A esos cuatro tratamientos, se les evaluó el efecto de los factores X1: conservantes químicos (sorbato de potasio, bisulfito de sodio), X2: acidulante (ácido tartárico) y X3 edulcorante (azúcar invertido). Las dosis de los conservantes, acidulantes y edulcorantes se fijaron de acuerdo a las especificaciones del Codex-Stand N° 192 (FAO/OMS, 1995).

Para evaluar la estabilidad química se determinaron las respuestas: Y1: Acidez Titulable Total (ATT), Y2: potencial de Hidrógeno (pH), Y3: Potencial Óxido-reducción (POR), Y4: Sólidos solubles (SS); mientras que para la estabilidad microbiológica se determinaron las respuestas Y5: recuento de aerobios totales, Y6: recuento de enterobacterias y Y7: recuento de flora fúngica.

La siguiente tabla resume los factores y niveles utilizados en el estudio

Tabla 1.- Factores experimentales, dosis y respuestas

| Tratamiento codificado | Factores Experimentales | | | Intervalo de medición: cada 21 días | | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|----|----------|--------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | X1 (%p/p) | X2 (%p/p) | X3 (%p/p) | ATT (%Ac. Cítrico) | pH | POR (mV) | SS (%) | Aerobios Totales (UFC/g) | Enterobacterias (UFC/g) | Flora fúngica (UFC/g) |
| 0 | 0,1065 | 0,389 | 18,7 | | | | | | | |
| 1 | 0,0550 | 0,400 | 18,7 | | | | | | | |
| 3 | 0,0857 | 0,300 | 18,7 | | | | | | | |
| 16 | 0,0825 | 0,428 | 18,7 | | | | | | | |

Fuente: Autor (2022)

Los análisis de las respuestas a la pulpa se realizaron cada 3 semanas o 21 días de intervalo de tiempo entre una medición y otra, por un período máximo de 3 meses (4 repeticiones). La pulpa tratada se almacenó en bolsas de polipropileno termoselladas en el laboratorio de Bioquímica Aplicada de la UNELLEZ-San Carlos en un rango de temperaturas que osciló entre los 22,2 y 32,1 °C entre los meses de mayo y julio de 2022.

Métodos y análisis de los datos

La Tabla 2 muestra los métodos empleados para medir las respuestas.

Tabla 2.-Métodos para análisis químicos y microbiológicos de la pulpa de mango cv bocado

| Análisis | Método |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Sólidos solubles | COVENIN 924-83 |
| Acidez Titulable Total (ATT) | COVENIN 1151-77 |
| Acidez iónica (pH) | COVENIN 315-79 |
| Potencial óxido-reducción (P.O.R.) | Medición directa con potenciómetro |
| Aerobios totales | COVENIN 3338-1997 |
| Flora fúngica | COVENIN 1104-1996 |
| Enterobacterias | COVENIN 3276-1997 |

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de los indicadores de estabilidad de la pulpa empleados en el estudio (Ver tabla 03)

En cuanto a la ATT y el pH, se observó un comportamiento inverso, mientras la primera se incrementa en todos los tratamientos, el segundo disminuye, tal como se puede evidenciar en la Figura 2. En efecto, mientras la ATT se incrementa, el pH debe disminuir debido a que más acidez significa mayor concentración de protones de H⁺ en el sistema, que es la base química del pH. Los resultados de este estudio concuerdan con el patrón creciente de acidez titulable de una pulpa desarrollada por Herath, Kumara, Jayathunge y Thiruchchelvan (2019) durante un período de almacenamiento de tres meses. Del mismo modo, Datey y Raut (2009) informaron en su estudio que el pH de la pulpa de mango a temperatura ambiente se redujo constantemente mientras aumentaba la acidez titulable con el avance del período de almacenamiento. A la luz de estos resultados, quedó demostrado que hubo muy poca variación en cuanto a la ATT en

Tabla 3.- Resultados de los indicadores de estabilidad de la pulpa de mango en el lapso de 0-12 semanas

| Semana | Acidez Titulable Total (%Acido cítrico) | | | | pH | | | |
|--------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Tto 0 | Tto 1 | Tto 3 | Tto 16 | Tto 0 | Tto 1 | Tto 3 | Tto 16 |
| 0 | 0,909 | 0,803 | 0,85 | 0,719 | 3,41 | 3,39 | 3,37 | 3,41 |
| 3 | 0,914 | 0,811 | 0,886 | 0,728 | 3,31 | 3,34 | 3,37 | 3,38 |
| 6 | 1,015 | 0,825 | 1,005 | 0,775 | 3,18 | 3,29 | 3,3 | 3,35 |
| 9 | 1,073 | 0,813 | 0,904 | 0,825 | 3,12 | 3,26 | 3,26 | 3,27 |
| 12 | 0,947 | 0,903 | 0,924 | 0,857 | 3,08 | 3,15 | 3,17 | 3,18 |
| | Potencial Óxido-Reducción (mV) | | | | Solidos Solubles (%) | | | |
| 0 | 189,4 | 186 | 189 | 183 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| 3 | 189,5 | 190,1 | 192,5 | 186,1 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| 6 | 209 | 206 | 204 | 204 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| 9 | 209 | 207 | 206 | 205 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| 12 | 213 | 207 | 206 | 203 | 30 | 30 | 31 | 31 |
| | Aerobios Totales (UFC/g) | | | | Flora fúngica (UFC/gr) | | | |
| 0 | 2,50 X10 ¹ | 1,50 X10 ¹ | 3,80 X10 ¹ | 1,30 X10 ¹ | 1,10 X10 ¹ | 1,50 X10 ¹ | 0 X10 ¹ | 0,5 X10 ¹ |
| 3 | 3,3 X10 ¹ | 2,2 X10 ¹ | 4,4 X10 ¹ | 2,2 X10 ¹ | 1,10 X10 ¹ | 2,20 X10 ¹ | 0 X10 ¹ | 1,10 X10 ¹ |
| 6 | 5,5 X10 ¹ | 3,3 X10 ¹ | 6,6 X10 ¹ | 3,3 X10 ¹ | 2,20 X10 ¹ | 4,40 X10 ¹ | 1,10 X10 ¹ | 2,20 X10 ¹ |
| 9 | 7,7 X10 ¹ | 7,7 X10 ¹ | 8,8 X10 ¹ | 5,5 X10 ¹ | 3,30 X10 ¹ | 4,40 X10 ¹ | 2,20 X10 ¹ | 3,30 X10 ¹ |
| 12 | 15 X10 ¹ | 12 X10 ¹ | 8,8 X10 ¹ | 7,7 X10 ¹ | 4,40 X10 ¹ | 12,1 X10 ¹ | 3,30 X10 ¹ | 3,30 X10 ¹ |
| | Enterobacterias | | | | 0 UFC/g en todos los tratamiento durante 0-12 semanas | | | |

Fuente: Autor (2022)

el tratamiento 0, de apenas +3,8% entre la semana 0 y la semana 12. Además de este, resalta el tratamiento 1 con una variación del +11%, el tratamiento 3 con +8% y el tratamiento 16 con una tasa de variación del 16%. Cabe destacar que el tratamiento 0 implicó mayor concentración de conservante en el diseño experimental pero menor concentración de ácido tartárico.

el comportamiento del POR y los SS (o °Brix). Queda demostrado que en cuanto a estas variables la pulpa así conservada se mantuvo prácticamente constante durante todo el período de almacenamiento, evidenciando una alta estabilidad. Dados que los valores de POR de todos los tratamientos son positivos, se afirma que los microorganismos que pueden crecer en

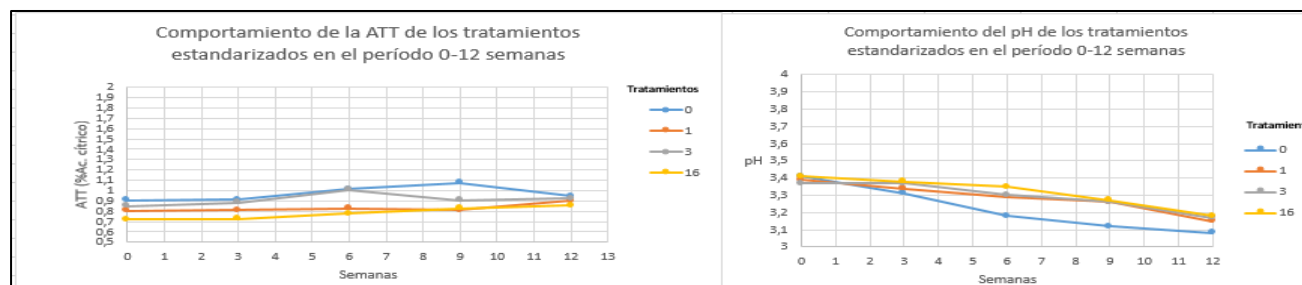


Figura 2.- Comportamiento de la ATT y el pH durante las 12 semanas de almacenamiento de la pulpa estandarizada
Fuente: Autor (2022)

este medio son de tipo aeróbicos (Ávila, S/F), situación que ve reflejada en el conteaje de aerobios totales, aunque en una proporción

mínima. Cuando un microorganismo se encuentra en un medio aeróbico (que contiene oxígeno disuelto) significa que este medio es favorable para el crecimiento de microorganismos aeróbicos que pueden utilizar el oxígeno como aceptor final de electrones producidos a partir del sustrato, a través del metabolismo (Alwazeer 2019). Sin embargo, el POR disponible se ve inhibido por la alta acidez y bajo pH del medio.

Cabe destacar que, en el presente estudio, el azúcar invertido jugó un papel importante, no solo como edulcorante sino también como preservante al incrementar la presión osmótica en el sistema creando un medio hipertónico hostil que afecta la homeostasis de los microorganismos (Nelson y Cox, 2014).

Por otra parte, la figura 4 muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos en cuanto al conteo microbiano. Este recuento

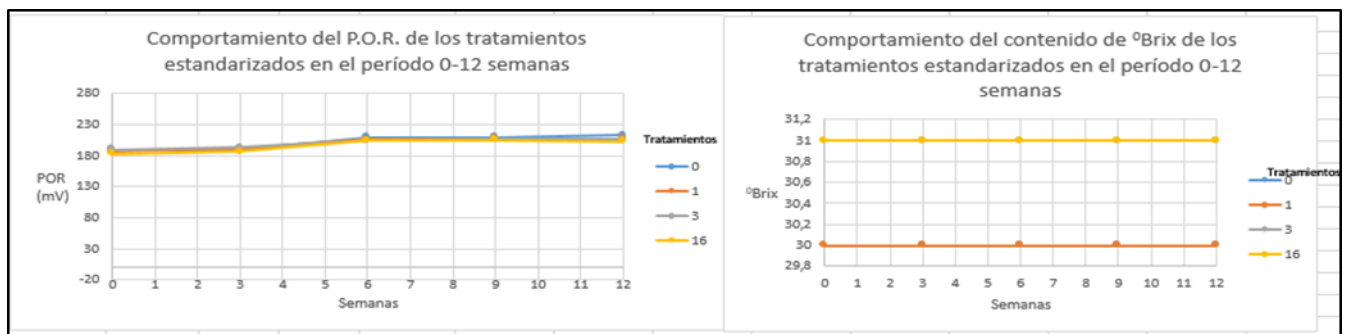


Figura 3.- Comportamiento del POR y los SS durante las 12 semanas de almacenamiento de la pulpa estandarizada

Fuente: Autor (2022)

En lo que respecta al contenido de SS, se observa que los valores se mantuvieron constantes entre los distintos tratamientos durante las 12 semanas de almacenamiento, resultados que contrastan ligeramente con los obtenidos por Herath *et al* (ob cit) quienes desde la etapa inicial hasta el período de almacenamiento de tres meses, el contenido de SS de la pulpa de mango aumentó de 16,1 °Brix a 16,87 °Brix (una variación de apenas +4,5%).

es uno de los más importantes de la presente investigación, ya que abarca las diferentes poblaciones de microorganismos (MO) que lograron mantenerse en las pulpas tratadas. Se observa que durante las 12 semanas de almacenamiento hubo crecimiento de MO, sin embargo, por analogía con los requisitos microbiológicos de la Norma COVENIN 2395 (1986), se observa que el conteo en este estudio fue menor al límite de 5×10^3 UFC/g para distintas pulpas de frutas concentradas.

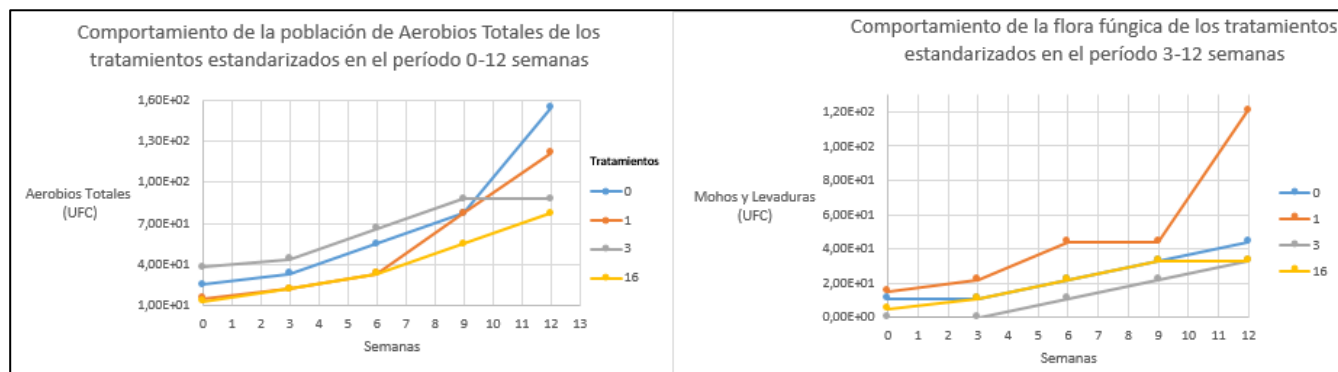


Figura 4 Crecimiento de microorganismos aerobios y flora fúngica durante las 12 semanas de almacenamiento de la pulpa estandarizada
Fuente: Autor (2020)

En particular, para la semana 12, el tratamiento 0 arrojó el mayor conteo de aerobios totales del estudio (15×10^1 UFC/g) significativamente menor a ese valor referencial. En cuanto a la flora fúngica que incluye los mohos y levaduras, resalta el tratamiento 1 con 12,1 UFC/g para la semana 12, encontrándose por debajo del límite mínimo establecido por la precitada norma (5×10^3 UFC/g). Ambos conteos concuerdan con los encontrados por Herath *et al* (ob cit) quienes encontraron que el recuento microbiano la pulpa desarrollada fue de $3,3 \times 10^3$ CFU/ml y agregaron que, aunque dicho conteo aumentó con el tiempo de almacenamiento, nunca excedió del nivel aceptable de la normativa de ese país. En el caso de las enterobacterias, los análisis muestran que no hubo crecimiento de este tipo de microorganismos (Coliformes fecales y totales), lo que es indicativo de las buenas prácticas de fabricación a la hora de formular el producto, lo que garantiza su inocuidad.

CONCLUSION

La pulpa de mango estandarizada con los factores establecidos, mantuvo estables sus características químicas y microbiológicas durante las 12 semanas almacenada a temperatura ambiente, gracias al empleo de una combinación de tratamientos que incluyó los conservantes químicos (sorbato de potasio y bisulfito de sodio) que actuaron inhibiendo considerablemente la flora microbiana en la pulpa dentro de los rangos permitidos por la normativa vigente, el acidulante (ácido tartárico) que modificó sustancialmente la acidez total y el pH hasta valores por debajo de 3,5, que se considera seguro para inhibir gran parte de bacterias y flora fúngica; y el edulcorante (azúcar invertido) orientado a aumentar la presión osmótica creando un medio hipertónico extracelular que altera el equilibrio homeostático de los MO, lo que conlleva una alta estabilidad gracias al efecto sinérgico de los métodos combinados aplicados.

REFERENCIAS

Abbasi NA, Zafar I, Maqbool M, Hafiz AF. 2009. *Post-harvest quality of mango*

- (*mangifera indica. L*) fruit as affected by chitosan coating. Pak. J. Bot.41(1): 343-357.
- Alwazeer, D. 2018. *How redox potential of food effect microbial growth?*. Retrieved from:
<https://www.researchgate.net/post/How-redox-potential-of-food-effect-microbial-growth/5bfe92674921ee47831e3fcd/citation/download>
- Akhtar SS, Mahmood S, Naz M, Sultan MT. 2009. *Sensory evaluation of mangoes (Mangifera indica. L) grown in different regions of Pakistan*. Pak. J. Bot. 41(6): 2821-2829.
- Ahmed, M. 2017. *Efecto de las técnicas y tratamientos de escaldado sobre la calidad nutricional de las rodajas de mango secas durante el almacenamiento*. Revista Polaca de Ciencias de la Alimentación y la Nutrición 68 (1) DOI: 10.1515 / pjfns-2017-0012
- Arampatha, P.C. y Dekker, M. 2019. *Bulk storage of mango (Mangifera indica L.) and pineapple (Ananas comosus L.) pulp: effect of pulping and storage temperature on phytochemicals and antioxidant activity*. Journal of the Science of Food and Agriculture published by JohnWiley & Sons Ltd on behalf of Society of Chemical Industry.. (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.9762
- Ávila, E. S/F. *Potencial de oxidación-reducción en ingeniería de matriz alimento: Un recordatorio desde el punto de vista agroindustrial, de ayuda en la discusión de resultados, en una matriz alimento compleja*.
- Badui, S. 2006. *Química de los alimentos*. Pearson Educación, México Pp.262-268
- Balestrini, M. 2006. *Cómo se elabora el proyecto de investigación 7ª Edición*. Consultores Asociados, Servicio Editorial. Caracas, Venezuela
- COVENIN. 1983. *Pulpa de Frutas. Consideraciones Generales*. Norma N° 977. FONDONORMA. Caracas.
- COVENIN. 1977. *Frutas y productos derivados. Determinacion de la acidez..* Norma N° 1171. FONDONORMA. Caracas
- COVENIN. 1979. *Alimentos. Determinación del pH*. Norma N° 315. FONDONORMA. Caracas
- COVENIN. 1983. *Frutas y productos derivados. Determinacion de solidos solubles por refractometria. (1ra. Revisión)*. Norma n° 924. Fondonorma. Caracas.
- COVENIN. 1983. *Pulpa de Frutas. Consideraciones Generales*. Norma N° 977. FONDONORMA. Caracas.
- COVENIN. 1986. *Concentrado de frutas para consumo directo*. Norma N° 2395. FONDONORMA. Caracas.
- COVENIN. 1995. *Alimentos. Recuento de coliformes y de escherichia coli. Metodo en placa con peliculas secas rehidrables (petrifilm)..* Norma N° 3276. FONDONORMA. Caracas
- COVENIN. 1996. *Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de escherichia coli. (2da. Revisión)*. Norma N° 1104. FONDONORMA. Caracas.
- COVENIN. 1997. *Alimentos. Recuento de aerobios. Metodo de placas con peliculas secas rehidrables (petrifilmr)*. Norma N° 3338. FONDONORMA. Caracas.
- Datey SP, Raut VU. 2009. *Physico-chemical changes in mango pulp at ambient storage in glass containers*. *Green Farming Int. J.* 2 (10):713-714.

- Demodaran, S., Parkin, K. y Fennema, O. (2010). *Fennema Química de los Alimentos. 3ª Edición*. México: Acribia
- FAO. 2004. *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Manual Técnico de Capacitación. Roma, Italia.
- Herath, H.M.T.P., Kumara, U.M.A., Jayathunge, K.G.L.R. y Thiruchelvan, N. 2020. *Development of a mango pulp and the acceptability and storability of the product*. International Journal of Horticulture and Floriculture Vol. 8 (9), Págs. 001-009
- Mir, K., Riaz, A., Ullah, I., Hussain, S. y Ullah, N. 2019. *Effect of Preservatives and Storage Temperatures on the Quality of Mango Slices Dipped in Sugar Solution*. Food Process Technol, 10:3 DOI: 10.4172/2157-7110.1000784
- Nelson, D. y Cox, Michael. *Principios de Bioquímica de Lehninger. 6ª Edición*. Artmed Editora, LTDA. Sao Paulo
- Prévost, H. y Brillet-Viel, A. 2014. *Ecology of bacteria and fungi in foods | Influence of Redox Potential* En: Elsevier. 2014. Encyclopedia of Food Microbiology (Segunda edición) [pp 595-601]
- Putnik P.; Pavlić, B., Šojić, B.; Zavadlav, S.; Žuntar, I.; Kao, L.; Kitonić, D. y Bursać Kovačević, D. 2020. *Innovative Hurdle Technologies for the Preservation of Functional Fruit Juices*. Foods, 9, 699; doi:[10.3390/foods9060699](https://doi.org/10.3390/foods9060699)
- Rembado, M. y Sceni, P. (2009). *La química en los alimentos*. Editado por el Instituto Nacional de Educación Tecnológica, Buenos Aires, República Argentina.
- Singh, K., Rakha, R., Kumar, R., y Singh, M. 2017. *Studies on Quality Parameters in Mango Pulp Stored in Containers at Different Temperatures* International Research Journal of Advanced Engineering and Science, Volume 2, Issue 1, [pp. 208-210]. En: <http://irjaes.com/wp-content/uploads/2020/10/IRJAES-V2N1P226Y17.pdf>
- Torrealba, M. 2020. *Fundamentos de Microbiología General*. Fondo editorial de la Universidad Nacional experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora”. FEDUEZ